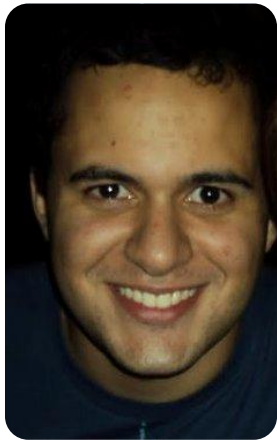


Classificação de sinais de EEG e relação com epilepsia

PSI 2672 – Práticas reconhecimento de padrões, modelagem e neurocomputação

2013

Equipe



André Botelho



Pedro Parra



Rafael Rabioglio

Agenda

Introdução

Features

RNA

Resultados



Introdução

- O EEG é uma das formas de diagnosticar a epilepsia
- 3% da população mundial será diagnosticada com epilepsia em algum momento da vida [1]
- RNAs para classificação de epilepsia são implementadas com sucesso

Base de dados

- Universidade de Bonn, Alemanha
- Paper de estudo de fenômenos não lineares e estocásticos
- EEG de cinco pacientes voluntários
- 10-20 system

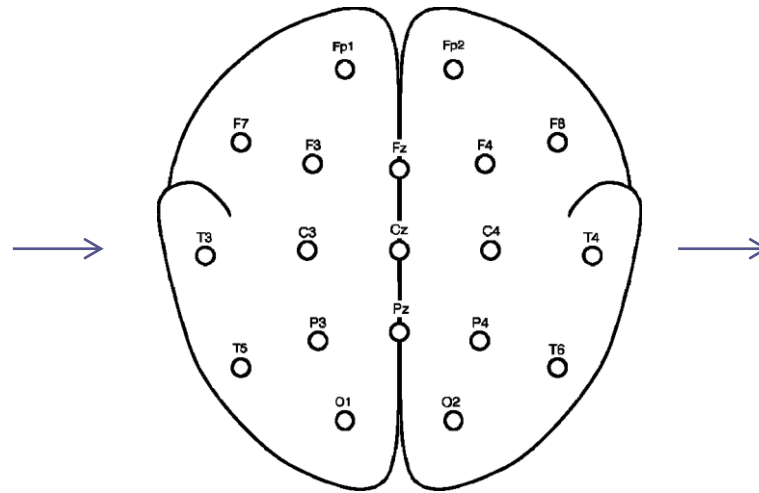


Base de dados

- 5 sets (denominados A-E) contendo 100 canais de EEG de 23.6s de duração.
- Sets A e B contem segmentos adquiridos de 5 pacientes saudáveis em situação de relaxamento.
- Sets C, D e E originados de 5 pacientes diagnosticados com epilepsia.
- Segmentos C gravados no hipocampo cerebral.
- Segmentos D gravados na zona epileptogênica.
- Segmentos E gravados durante convulsão.

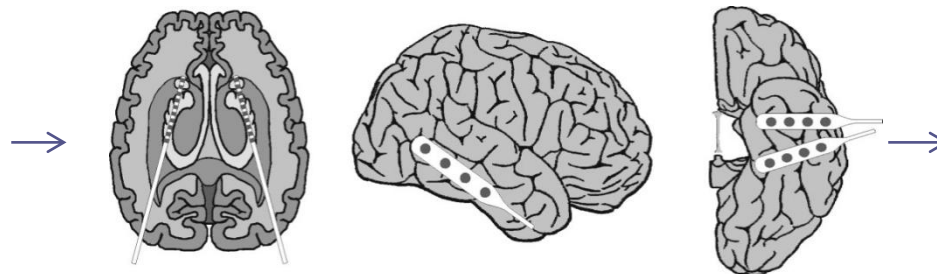
O EEG

20 Eletrodos de superfície em pacientes saudáveis



Sinais grupos A e B

20 Eletrodos intracranianos em pacientes epilépticos



Sinais grupos C, D e E

Pré-Processamento

- Matlab
- Extração de 4 características

Divisão dos segmentos
iniciais em 16
subsegmentos



Cálculo da média e da
flutuação dos desvios-
médios das amplitudes



Cálculo da média e da
flutuação da frequência
central dos espectros



Normalização dos
valores

Features

Média do desvio-padrão das amplitudes

$$m_j^x = \frac{1}{N^*} \sum_{i=1}^{N^*} |x_i - \bar{x}| \quad (1)$$

Flutuação do desvio-padrão das amplitudes

$$F^x = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |m_j^x - \overline{m^x}|, \quad (2)$$

Média do desvio-padrão do centro de frequência

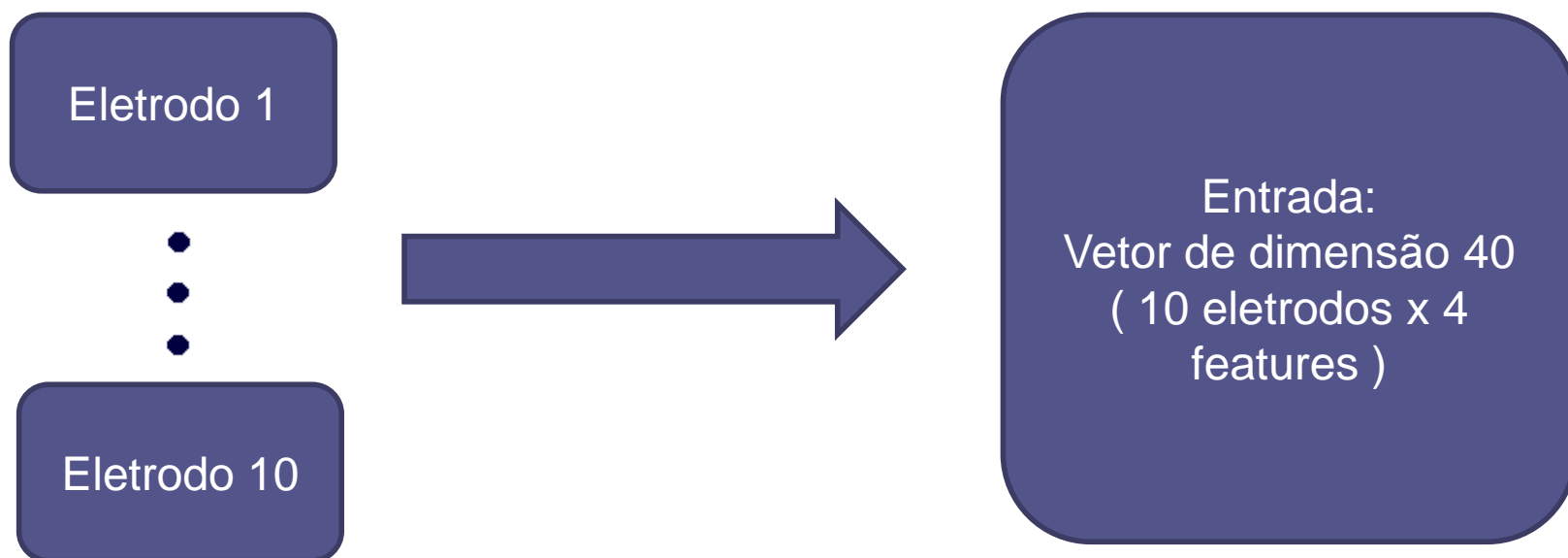
$$m_j^\omega = \frac{2}{N^*} \sum_{i=1}^{N^*/2} \frac{\omega_i S(\omega_i)}{S(\omega_i)} \quad (3)$$

Flutuação do desvio-padrão das amplitudes

$$F^\omega = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |m_j^\omega - \overline{m^\omega}|, \quad (4)$$

Aumento da base de dados

Após o pré-processamento, os 4 valores normalizados apresentados no slide anterior são obtidos para cada eletrodo e então agrupados de 10 em 10, representando os “pacientes virtuais”.



Introdução

Features

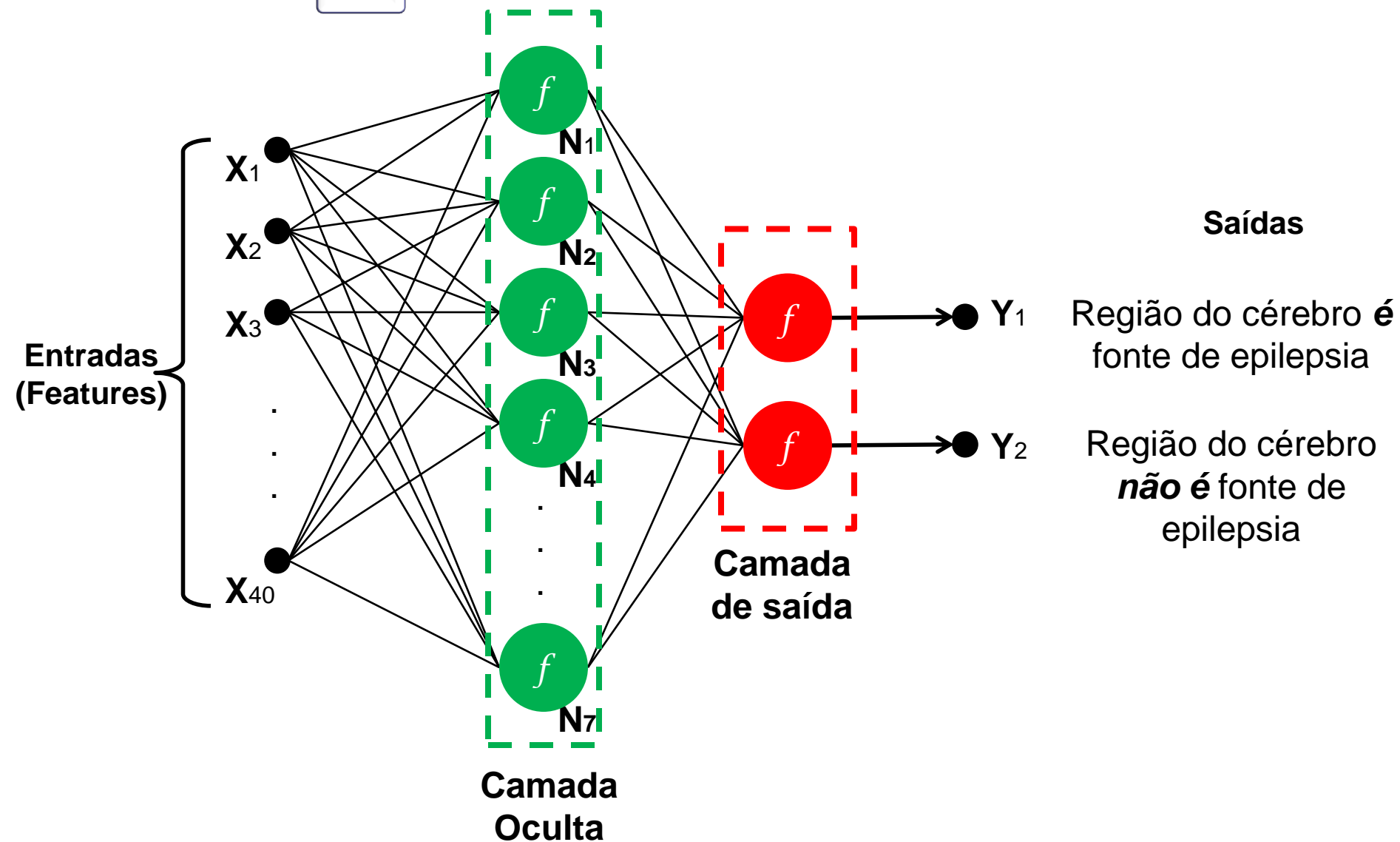
RNA

Resultados

Estrutura

Aprendizado

RNA



RNA

Aprendizado

- Gradiente descendente
- Software Matlab
- Otimização com relação ao número de nós
- Validação utilizando “Cross Validation”
- Critério “Early Stopping” de parada do treino

RNA

Definição de número de nós na camada escondida

Número de nós na camada escondida	Nº de épocas de aprendizado	Índice de acerto da RNA (treino)	Índice de acerto da RNA (teste)
1	32	100%	71,4%
3	11	80%	85,7%
5	9	100%	100%
7	36	100%	100%
10	10	100%	100%
20	24	100%	85,7%
100	31	100%	71,4%

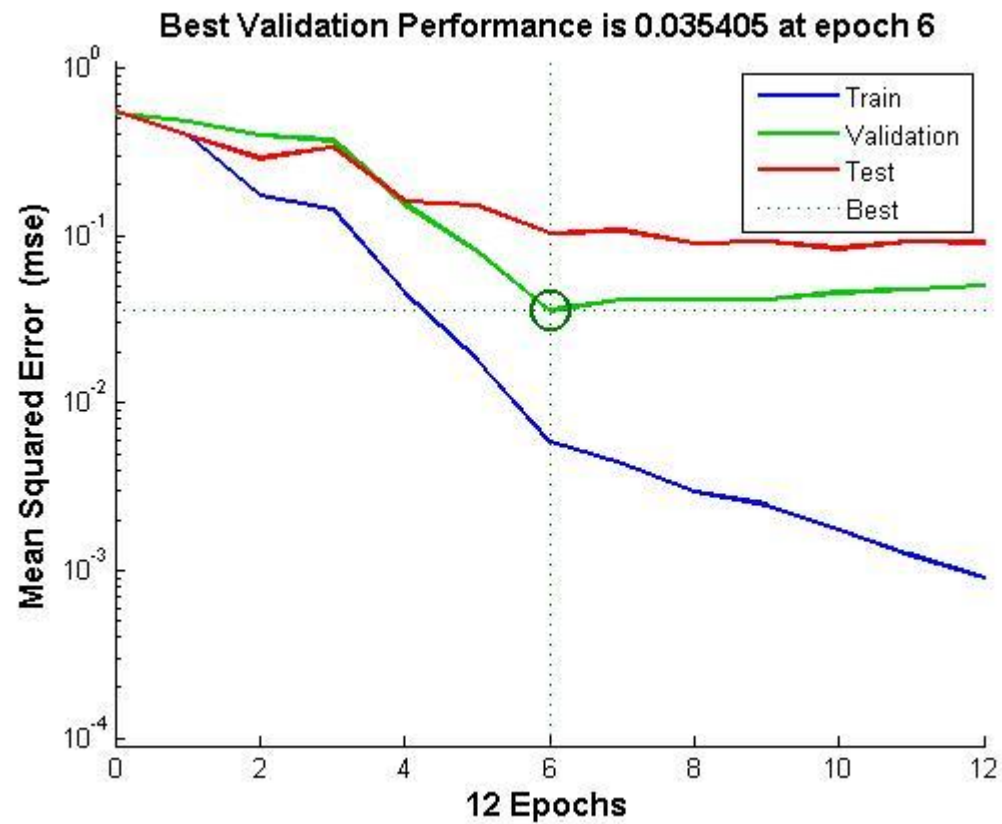
RNA

“Early Stopping”

- Mecanismo de parada de treino para evitar *overfitting*
- O treino é interrompido segundo critério pré-definido
- No caso do grupo usou-se o default do Matlab

RNA

“Early Stopping”



Resultados

Conceito – Matriz de confusão

		Saída do classificador	
		P	N
Classes reais	P	VP	FN
	N	FP	VN

VP = Verdadeiro positivo

FN = Falso negativo

FP = Falso positivo

VN = Verdadeiro negativo

T = VP+VN+FN+FP = Total

Resultados

Correspondência em Matlab – Matriz de confusão

Output class	Positive	TP TP/To %	FP FP/To %	TP/(TP+FP) % FP/(TP+FP) %	
		FN FN/To %	TN TN/To %	TN/(FN+TN) % FP/(FN+TN) %	
	Negative	TP/(TP+FN) % FP/(TP+FN) %	TN/(TN+FP) % FN/(TN+FP) %	T/To % F/To %	
				Positive	Negative
				Target class	

TP = True positive

FN = False negative

FP = False positive

TN = True negative

To = TP+TN+FN+FP = Total

Resultados

Training Confusion Matrix

Output Class	1	4 33.3%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	8 66.7%	100% 0.0%
		100% 0.0%	100% 0.0%	100% 0.0%
		1	2	
		Target Class		

Validation Confusion Matrix

Output Class	1	1 100%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
		100% 0.0%	NaN% NaN%	100% 0.0%
		1	2	
		Target Class		

Test Confusion Matrix

Output Class	1	5 71.4%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	2 28.6%	100% 0.0%
		100% 0.0%	100% 0.0%	100% 0.0%
		1	2	
		Target Class		

All Confusion Matrix

Output Class	1	10 50.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	10 50.0%	100% 0.0%
		100% 0.0%	100% 0.0%	100% 0.0%
		1	2	
		Target Class		

Resultados

5 – Fold Cross Validation

Nº do ensaio	Índice de acerto da RNA (treino)	Índice de acerto da RNA (teste)
1	100%	93,7%
2	100%	78,6%
3	100%	92,9%
4	75%	92,9%
5	100%	71,5%
Média	95%	85,9%

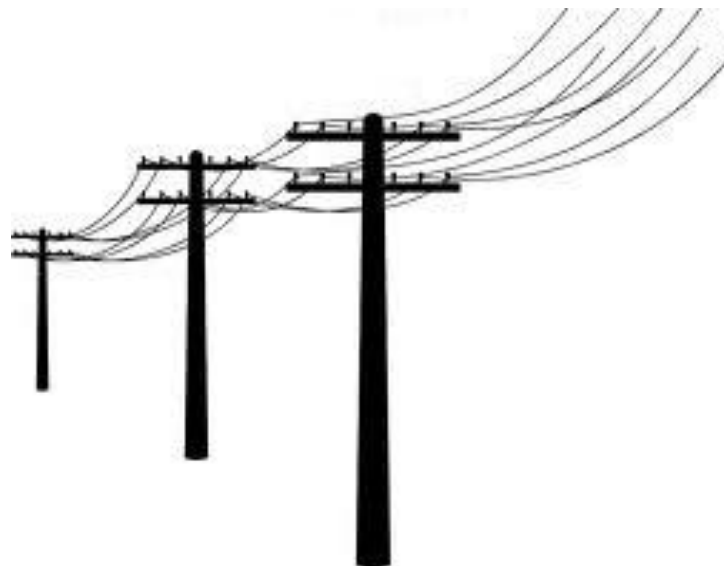
Projeto secundário

Estimador de consumo de eletricidade residencial



Motivação

- Previsor da potência ativa e reativa consumida por uma residência
- Tentar estimar, a partir de características elétricas em um dado momento e características temporais o consumo de uma residência



Base de dados

- Universidade de Clamart, França
- Medida de 9 características elétricas de uma residência europeia comum
- 47 meses a 1 medição por minuto → mais de 2 milhões de dados no total
- Conjunto de treino e teste compostos por dados gerados apenas por um semestre

Dados

1. Data
2. Hora
3. Potência ativa global [kW]
4. Potência reativa global [kVAr]
5. Voltagem média por minuto [V]
6. Corrente média por minuto [A]
7. Energia no grupo 1 (cozinha) [Wh]
8. Energia no grupo 2 (área de serviço) [Wh]
9. Energia no grupo 3 (aquecedor e ar condicionado) [Wh]

Pré-processamento

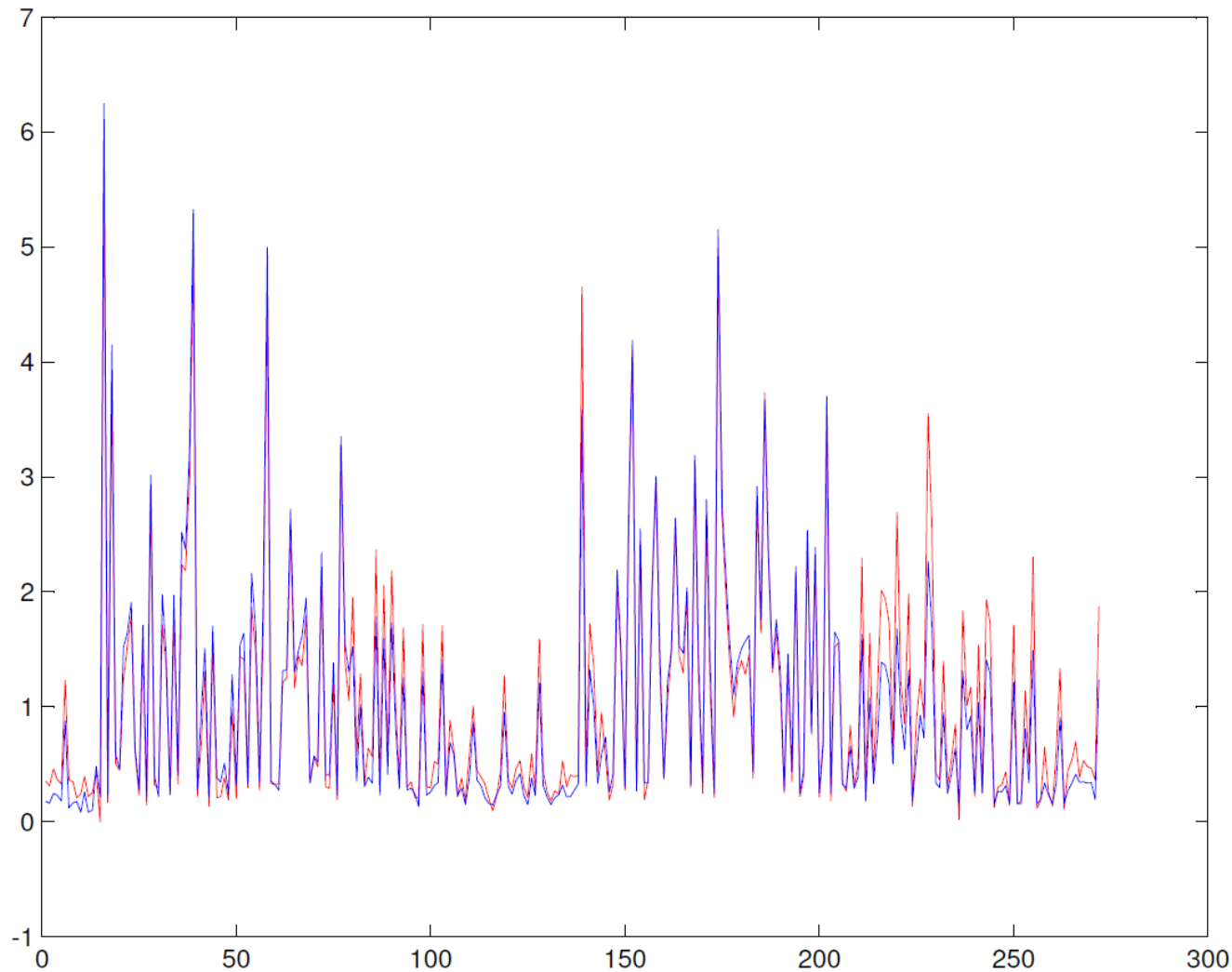
- Separação da hora em 4 subcategorias, numeradas de 0 a 3.
- Identificação do mês em período de férias (Janeiro, Julho e Dezembro) ou não
- Normalização dos valores entre -0.5 e + 0.5

Resultados

Forma de medida	Saída 1 – Potência ativa média global (kW)	Saída 2 – Potência reativa média global (kVAr)
RMSE	0,2730	0,1113
MAE	0,1752	0,0861

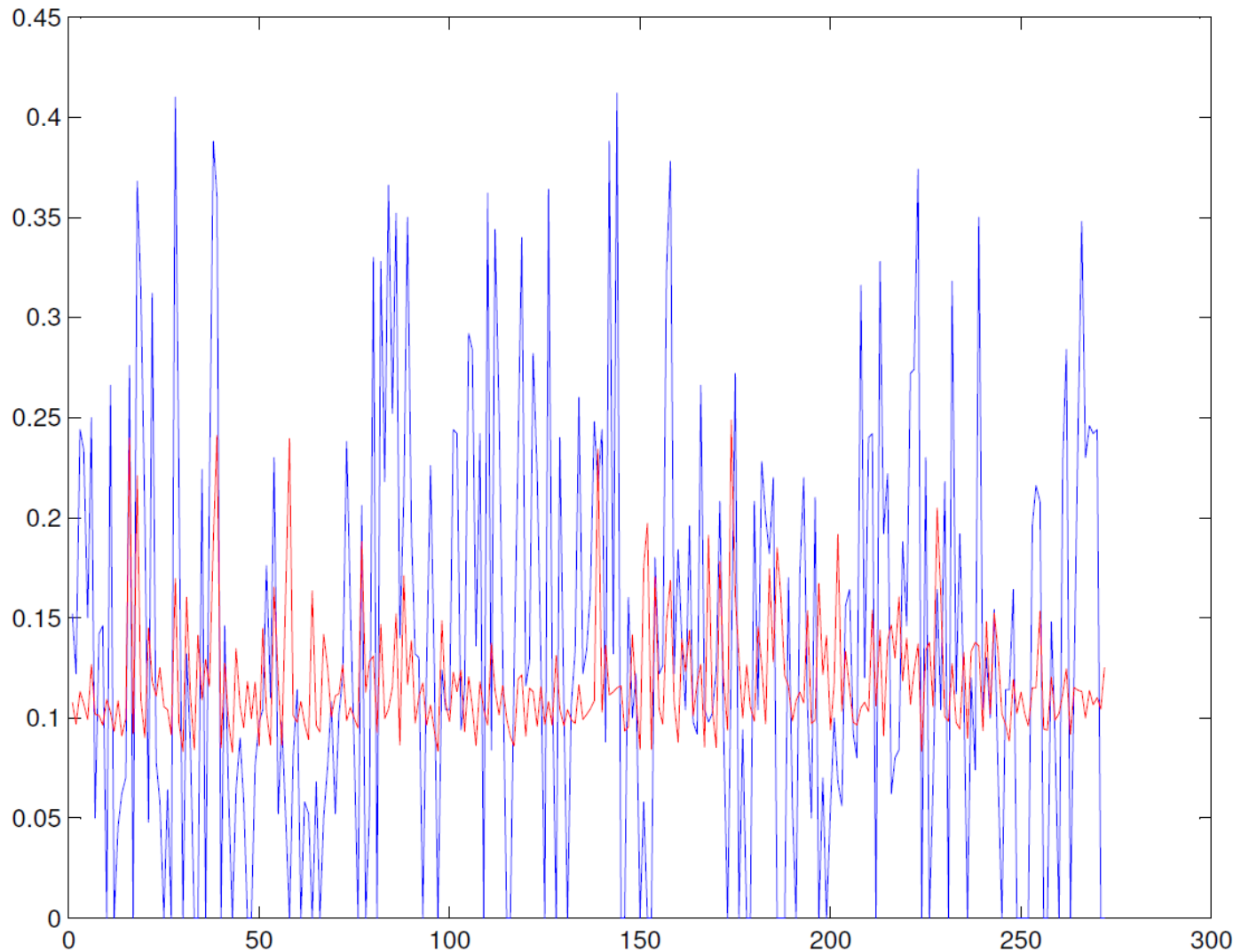
Forma de medida	Saída 1 – Potência ativa média global (%)	Saída 2 – Potência reativa média global (%)
RMSE	24.7	86
MAE	16	66.5

Resultados



Potência ativa prevista (vermelho) e obtida pela rede (azul)

Resultados



Potência reativa prevista (vermelho) e obtida pela rede (azul)

Referências

- [1] Hauser, WA, Kurland, LT. (1975). "The epidemiology of epilepsy in Rochester, Minnesota, 1935 through 1967". *Epilepsia* **16** (1): 1–66. [DOI:10.1111/j.1528-1157.1975.tb04721.x](https://doi.org/10.1111/j.1528-1157.1975.tb04721.x). [PMID 804401](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/804401/).
- [2] Andrzejak, Lehnertz, Mormann, Rieke, David, & Elger, (2001) "Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state". University of Bonn, Germany
- [3] Prechelt, Lutz (1997). "Early Stopping – but when?", Universidade de Karlsruhe, Alemanha